

зміню внутрішніх напружень, які виникають зі зміною вологості і температури, особливо на поверхні розподілу деревина-клей. З'єднання з лінійною структурою клейового шва більшою мірою компенсують напруження, порівняно із рідкосітчастою структурою. Тому вони є менш чутливі до зміни вологості і температури навколишнього середовища. З'єднання із рідкосітчастою структурою клейового шва значно довше витримують циклічну дію вологості та температури навколишнього середовища, а за підвищеної вологості та понижених температур збільшують свою міцність.

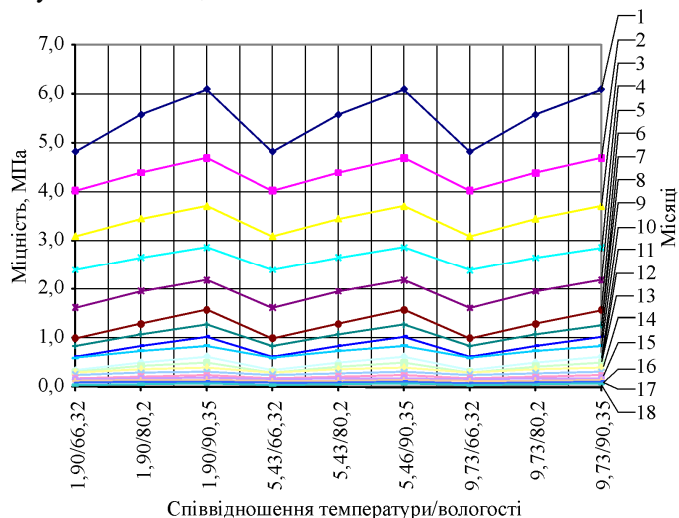


Рис. 6. Зміна міцності клейових з'єднань деревини сосни, склеєних неструктурованими клеями із ступенем навантаження D1, залежно від співвідношення температури та вологості

Література

1. Патент на винахід № 98515 Україна, МПК G01N 33/46, G01L 1/26. Спосіб прогнозування міцності та довговічності з'єднань деревини клеями на основі полівінілацетату / Б.Я. Кшивецький, П.А. Бехта (Україна); Заявл. 25.05.2010; Опубл. 25.05.2012, Бюл. № 10.
2. Патент на корисну модель № 45134 Україна, МПК B23B 21/00 Спосіб прогнозування довговічності клейових з'єднань деревини сосни клеями на основі полівінілацетату / Б.Я. Кшивецький, П.А. Бехта (Україна); Заявл. 29.09.2009; Опубл. 10.03. 2010, Бюл. № 5.
3. Кшивецький Б.Я. Дослідження міцності та довговічності з'єднань шпилькових порід деревини залежно від вологості / Б.Я. Кшивецький // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2006. – Вип. 16.5. – С. 126-130.
4. Кшивецький Б.Я. Дослідження міцності з'єднань шпилькових порід деревини залежно від знакозмінних навантажень / Б.Я. Кшивецький // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2006. – Вип. – 16.7. – С. 98-102.
5. Кшивецький Б.Я. Вплив вологості і температури на міцність термопластичних клейових з'єднань листяних порід деревини / Б.Я. Кшивецький // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2015. – Вип. 25.1. – С. 148-155.
6. Боровиков А.М. Справочник по древесине / А.М. Боровиков, Б.Н. Уголев; под ред. Б.Н. Уголева. – М. : Изд-во "Лесн. пром-сть", 1989. – 296 с.
7. Хрулев В.М. Долговечность древесностружечных плит / В.М. Хрулев, К.Я. Мартынов. – М. : Изд-во "Лесн. пром-сть", 1977. – 167 с.

Кшивецький Б.Я. Влияние влажности и температуры на прочность термопластичных клеевых соединений хвойных пород древесины

На примере древесины сосны, приведены результаты исследований влияния влажности и температуры окружающей среды на прочность термопластичных клеевых соединений хвойных пород древесины при эксплуатации. Для исследования использована математическая модель прогнозирования прочности термопластичных клеевых соединений древесины. Осуществлен анализ полученных результатов прогнозирования прочности клеевых соединений древесины сосны. Исследовано влияние строения и структуры древесины сосны и химических компонентов, структурированных и неструктурированных ПВА композиций на прочность и водостойкость термопластичных клеевых соединений. Установлена закономерность изменения прочности термопластичных клеевых соединений древесины сосны в зависимости от влажности и температуры окружающей среды.

Ключевые слова: клей, древесина, прочность, влажность, температура, клеевые соединения, прогнозирование, водостойкость, теплостойкость.

Kshyvetsky B.Ya. Temperature and Humidity Influence on the Strength of Thermoplastic Adhesive Joints of Softwoods

Using pine wood as an example, the results of studies of the effect of ambient humidity and temperature on the strength of thermoplastic adhesive joints of softwoods under operating conditions are given. In the studies, a mathematical model was used to predict the strength of thermoplastic adhesive wood joints. As a result of the studies conducted, it was found that the strength and water resistance of thermoplastic adhesive joints of pine wood are strongly dependent on the structure and chemical components of pine wood itself as well as whether cross-linked or uncross-linked PVA compositions are used. The investigation also gives an insight into the pattern of change in the strength of thermoplastic adhesive pine wood joints according to varying ambient humidity and temperature.

Keywords: adhesive, wood, strength, temperature, adhesive joints, prediction, water resistance, heat resistance.

УДК 004.896

Проф. Р.О. Ткаченко, д-р техн. наук; аспір. І.О. Вербенко; студ. М.Т. Бринецький – НУ "Львівська політехніка"

ПРОЦЕС УПРАВЛІННЯ КОЛИВАННЯМ ВАНТАЖУ КРАНА З КОРЕКТУВАННЯМ ВУЗЛІВ ФАЗИФІКАЦІЇ

Проаналізовано особливості автоматизованих систем для управління коливаннями вантажу під час його транспортування порталними кранами. На основі аналізу встановлено, що системи управління на базі нечіткої логіки мають найкращі показники транспортування вантажу. Такі системи описують вхідні та вихідні дані у вигляді простих фраз, таких, як їх використовує і розуміє людина-оператор. Проте наявні автоматизовані системи на основі нечіткої логіки мають такі недоліки: довгий час перевезення вантажу, через поступове зменшення кута відхилення, складне технічне обслуговування та висока вартість таких систем. З метою покращення та пришвидшення функціонування системи розроблено метод коректування вузлів фазифікації вхідних і вихідного параметрів на основі генетичного алгоритму.

Ключові слова: кранова установка, порталний кран, система нечіткого виведення, нейронетичкий контролер, корекція вузлів фазифікації, генетичний алгоритм.

Вступ та аналіз літературних джерел. Проблема позиціонування вантажу за допомогою підйимального крана є однією з багатьох, що часто розглядають в автоматизації, і яку потрібно вирішити, коли автоматизація операцій

крана необхідна в системі виробництва. Окрім цього, проблеми зменшення часу перевезення і визначення точного місця розташування вантажу є також важливими для забезпечення якісної експлуатації пристрою. З погляду безпеки та надійності, важливим є зменшення перевантажень, що виникають під час перехідних станів системи крана, які зазвичай зумовлені нерівномірним навантаження. Такий недолік впливає на експлуатацію колесо-рейкової системи кранів та може бути затратним для виробництва. Планування, синхронізація та оптимізація транспортних операцій, реалізованих засобами оброблення вантажів, є наступною проблемою, яку потрібно вирішити на шляху підвищення продуктивності та ефективності автоматизованого виробничого процесу.

Для вирішення таких складних вимог, автоматизована система управління вантажем крана має бути реалізована як інтегрована виробнича система управління, що використовуватиметься для диспетчерського контролю, моніторингу та управління всім процесом виробництва.

Проте основну увагу в цій роботі зосереджено на проблемі позиціонування вантажу під час роботи крана. Ця проблема є дуже цікавою в аспекті автоматизації процесів та її детально вивчено у роботах різних дослідників, у зв'язку з необхідністю вирішення проблеми регулювання розгойдування у системах управління крановими установками. Ця проблема також має важливе значення в умовах дедалі вищих вимог, які ставляться до очікуваного часу і точності виконання циклу операцій крана під час вантажно-розвантажувальних робіт в автоматизованих виробничих процесах.

Однак ця задача, на сьогодні, не є повністю вирішеною, оскільки для застосування традиційної теорії управління потрібно знати модель керованої системи, цільову функцію, сформульовану в точних термінах та вирішити відповідну задачу математичного моделювання. Кранові установки не є повністю автоматизовані та управління такими системами залежить від людини-оператора.

Мета дослідження. Основним завданням роботи є розроблення методів нейронечіткого управління та програмних компонент для автоматизованої системи управління крановими установками на їх основі, для зменшення коливань вантажу під час руху та пришвидшення функціонування системи.

Постановка проблеми. Дослідники запропонували різні способи автоматичного контролю коливання вантажу для порталних кранів [1]. Наприклад, Сінгхос (Singhose) та ін. [2] і Парк (Park) та ін. [3] запропонували керування на основі техніки формування входів (input shaping), що є прикладом систем з відкритим контуром. Однак цей метод не є ефективним, адже не зменшив коливання вантажу остаточно. Гупта (Gupta) і Бовал (Bhowal) [4] також представили спрощену техніку керування на основі систем з відкритим контуром. Автори розробили метод, основою якого є контролювання швидкості під час руху. Інші відомі дослідження, які ґрунтуються на теорії оптимального управління системами відкритого контуру, проводили Менсон (Manson) [5], а також Аурніг (Auernig) і Трогер (Troger) [6] для управління підймальним краном мостового типу. Однак вони, як й інші автори, використовували підхід відкритого контуру, який є чутливим до зміни параметрів системи.

У деяких інших дослідженнях запропоновано способи управління на основі зворотного зв'язку, який є менш чутливим до змін параметрів системи, що варіюються від використання звичайних ПД (пропорційно-інтегрально-диференціальний) підходів до інтелектуальних підходів. Омар (Omar) [7] запропонував ПД управління, що базується на контролі двох параметрів, позиції вантажу та кута його відхилення. Окрім цього, нечітку інтелектуальну систему для порталних кранів також запропонували Вагуйді (Wahyudi) та Жалані (Jalani) [8]. Запропоновані нечіткі системи складаються із контролера положення вантажу і контролера кута його відхилення. Продуктивність запропонованої нечіткої системи порталного крана експериментально оцінено на лабораторному порталному крані. Показано, що система має добру продуктивність позиціонування, а також здатність до приглушення кута відхилення, порівняно з краном, контрольованим PID контролером. Однак до недоліків представлених нечітких автоматизованих системи відносять довгий час перевезення вантажу, через поступове зменшення кута відхилення, складне технічне обслуговування та висока вартість таких систем.

Отже, можна стверджувати, що актуальним є вирішення наукової задачі створення нових методів і засобів нейронечіткого управління для зменшення коливань вантажу, які володіють оптимальними співвідношеннями надійності, точності та швидкості, є простими у налаштуванні та обслуговуванні.

Схема нейронечіткого управління коливанням вантажу крана. Процес управління крановою установкою відбувається на основі контролю таких параметрів, як кут відхилення та позиція вантажу відносно початкових його координат. Установка порталного крана обладнана контролерами (давачами) кута та відстані. Давач кута визначає, який кут відхилення, порівняно з початковою позицією, має вантаж у певний момент часу. Давач відстані визначає позицію вантажу відносно початкової точки (старту) у певний момент часу. Визначені давачами значення кута відхилення та позиції вантажу подаються на нейронечіткий контролер T-Controller, який, використовуючи нечіткі правила управління, визначає таке значення потужності, що має надатись крану у цей момент, яке забезпечило б якісне та швидке подальше перевезення вантажу, з мінімальними коливаннями під час руху (рис. 1).

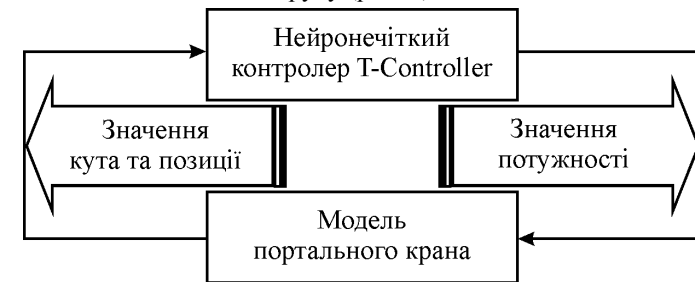


Рис. 1. Схема процесу автоматизованого управління системою порталного крана

Корекція вузлів фазифікації. З метою покращення та пришвидшення функціонування системи розроблено метод коректування вузлів фазифікації

вхідних та вихідного параметрів. Із широко використовуваних методів параметричної оптимізації обрано генетичний алгоритм.

Генетичні алгоритми відрізняються від традиційних алгоритмів оптимізації кількома базовими принципами [9]. Зокрема, до них можна віднести такі:

- генетичні алгоритми оперують зі значеннями параметрів завдання, а не з їх закодованою формою;
- генетичні алгоритми здійснюють пошук, виходячи не з єдиної точки, а з їх деякої сукупності (популяції);
- генетичні алгоритми використовують тільки цільову функцію, а не її похідні чи іншу додаткову інформацію;
- в генетичних алгоритмах застосовуються імовірнісні, а не детерміновані правила вибору.

На рис. 2 зображено схему процесу управління коливанням вантажу крана з використанням генетичного алгоритму для коректування вузлів фазифікації вхідних і вихідного параметрів.

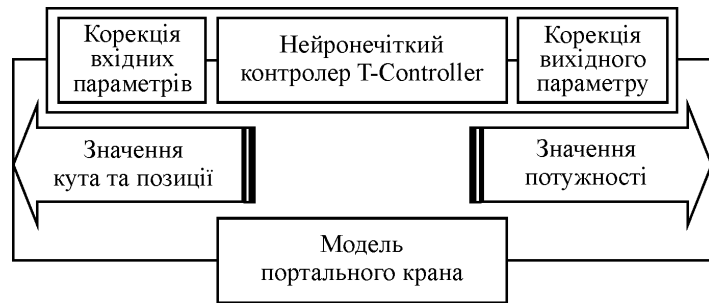


Рис. 2. Схема процесу автоматизованого управління системою портального крана з коректуванням вузлів фазифікації

Висновки. Для автоматизації процесу управління такої системи як кранова установка, найкраще застосувати нечітку логіку, яка зможе використати знання оператора-експерта цієї сфери для управління коливанням вантажу під час його переміщення.

Системи нечіткої логіки розроблено як кращий метод для сортування та оброблення даних, але виявилися відмінним вибором для багатьох системи управління [10], оскільки вони імітують логіку управління системи людиною [11, 12]. Такі системи описують вхідні та вихідні дані у вигляді простих фраз, таких, як їх використовує і розуміє людина-оператор.

Застосування методу коректування вузлів фазифікації вхідних і вихідного параметрів, таких як кута та відстані від стартової точки, і потужності наданої крану, відповідно, забезпечує покращення та пришвидшення функціонування системи на основі вибору найкращого значення потужності для певних значень кута та відстані у відповідний момент.

Література

1. Solihin M.I., Wahyudi Sensorless Anti-swing Control for Automatic Gantry Crane System: Model-based AProach / M.I. Solihin, Wahyudi // International Journal of Applied Engineering Research. – 2007. – Vol. 2. – No. 1. – Pp. 147-161.

2. Singhose W.E. Input shaped control of a planar gantry crane with hoisting / W.E. Singhose, L.J. Porter, W.P. Seering // Proceedings of the American Control Conference. – 1997. – Pp. 97-100.
 3. Park B.J. Time-efficient input shaping control of container crane system / B.J. Park, K.S. Hong, C.D. Huh // Proceedings of IEEE International Conference on Control Application. – 2000. – Pp. 80-85.
 4. Gupta S. Simplified open loop anti-sway technique / S. Gupta, P. Bhowal // Proceedings of the IEEE India Annual Conference (INDICON). – 2004. – Pp. 225-228.
 5. Manson G.A. Time-optimal control of and overhead crane model / G.A. Manson // Optimal Control Applications & Methods. – 1982. – Vol. 3. – No. 2. – Pp. 115-120.
 6. Auernig J.W. Time optimal control of overhead cranes with hoisting of the load / J.W. Auernig, H. Troger // Automatica. – 1987. – Vol. 23. – Pp. 437-447.
 7. Omar H.M. Control of gantry and tower cranes / H.M. Omar // PhD Dissertation, Virginia Polytechnic Institute and State University. – 2003. – Pp. 123.
 8. Wahyudi, Jalani J. Design and implementation of fuzzy logic controller for an intelligent gantry crane system / Wahyudi, J. Jalani // Proceedings of The 2nd International Conference on Mechatronics. – 2005. – Pp. 345-351.
 9. Genetic algorithm. [Electronic resource]. – Mode of access https://en.wikipedia.org/wiki/Genetic_algorithm.
 10. Bars R. Theory, algorithms and technology in the design of control systems / R. Bars, P. Colaneri, C.E. de Souza, L. Dugard, F. Allgöwer, A. Kleimenov // Annual Reviews in Control. – 2006. – Vol. 30. – Pp. 19-30.
 11. Singh H. Real-Life Applications of Fuzzy Logic, Advances in Fuzzy Systems / H. Singh, M. Gupta, T. Meitzler, Z.G. Hou, K.K. Garg, M.G. Solo, L.A. Zadeh. [Electronic resource]. – Mode of access <http://dx.doi.org/10.1155/2013/581879>.
 12. Tomsovic K. Fuzzy Systems Applications to Power Systems / K. Tomsovic. [Electronic resource]. – Mode of access http://web.eecs.utk.edu/~ktomsovi/Vitae/Publications/TOMS00_a.pdf.

Ткаченко Р.О., Вербенко І.О. Процесс управления колебаниями груза крана с коррекцией узлов фазификации

Проанализированы особенности автоматизированных систем для управления колебаниями груза при его транспортировке портальными кранами. На основе анализа установлено, что системы управления на базе нечеткой логики обладают лучшими показателями транспортировки груза. Такие системы описывают входные и выходные данные в виде простых фраз, таких, как их использует и понимает человек-оператор. Однако существующие автоматизированные системы на основе нечеткой логики имеют такие недостатки как долгое время перевозки груза, из-за постепенного уменьшения угла отклонения, сложное техническое обслуживание и высокая стоимость таких систем. С целью улучшения и ускорения функционирования системы разработан метод коррекции узлов фазификации входных и выходного параметров на основе генетического алгоритма.

Ключевые слова: крановая установка, портальный кран, система нечеткого вывода, нейронечеткий контроллер, коррекция узлов фазификации, генетический алгоритм.

Tkachenko R.O., Verbenko I.O. The Process of Crane Load Swing Control with Fuzzification Knots Correction

Some features of automated systems for managing crane load swing during its transportation with gantry cranes are analyzed. The analysis found that the control system based on fuzzy logic has the best parameters of transporting the load. Such systems describe the input and output data in the form of simple phrases such as their uses and understands human operator. However, the existing automated systems based on fuzzy logic have such disadvantages as the long-time transportation by gradually reducing the swings, complex maintenance and high cost of these systems. In order to improve and speed up the system a method of fuzzification knots correction of input and output parameters based on genetic algorithm has been developed.

Keywords: crane installation, gantry crane, fuzzy inference system, neuro-fuzzy controller, correction of fuzzification parameters, genetic algorithm.